

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-273130

(43)Date of publication of application : 24.09.2002

(51)Int.Cl.

B01D 39/20  
B01D 39/14  
B01D 53/86  
B01J 32/00  
B01J 35/04  
B28B 3/26  
F01N 3/02  
F01N 3/28

(21)Application number : 2001-083736

(71)Applicant : NGK INSULATORS LTD

(22)Date of filing : 22.03.2001

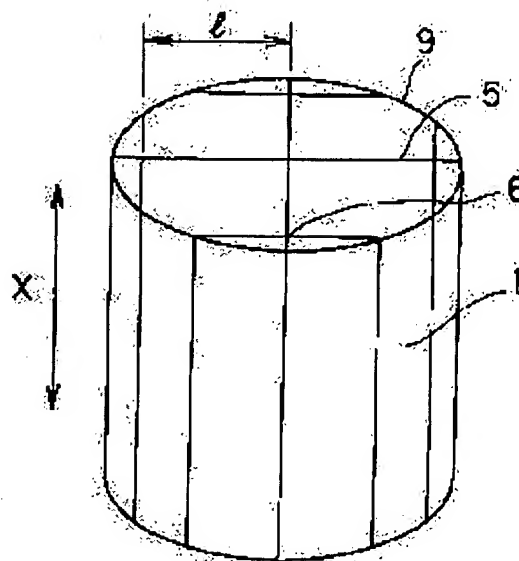
(72)Inventor : AOKI YOICHI

## (54) HONEYCOMB STRUCTURE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a honeycomb structure excellent in durability hard to generate the crack caused by heat stress when used.

**SOLUTION:** The honeycomb structure is constituted by integrally joining a plurality of honeycomb segments 1, each of which comprises a honeycomb structure having a large number of through-holes partitioned by partition walls axially piercing therethrough, along the surfaces parallel to the axial direction X of the honeycomb segments 1. This honeycomb structure has such a cross section that the shortest distance (L1) from the center of gravity of the cross section vertical to the axial direction X of the honeycomb structure to the joined part 5 of the honeycomb segments on the cross section is not more than 1/10 of the maximum distance (L2) from the center of gravity of the cross section to the outer periphery 9 of the honeycomb structure on the cross section.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.08.2006

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-273130

(P2002-273130A)

(43) 公開日 平成14年9月24日 (2002.9.24)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード*(参考)
B 0 1 D 39/20		B 0 1 D 39/20	D 3 G 0 9 0
39/14		39/14	B 3 G 0 9 1
53/86		B 0 1 J 32/00	4 D 0 1 9
B 0 1 J 32/00		35/04	3 0 1 J 4 D 0 4 8
35/04	3 0 1		3 0 1 A 4 G 0 5 4
審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 10 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-83736(P2001-83736)

(22) 出願日 平成13年3月22日 (2001.3.22)

(71) 出願人 000004064

日本碍子株式会社

愛知県名古屋市長区須田町2番56号

(72) 発明者 青木 洋一

愛知県名古屋市長区須田町2番56号 日

本碍子株式会社内

(74) 代理人 100088616

弁理士 渡邊 一平

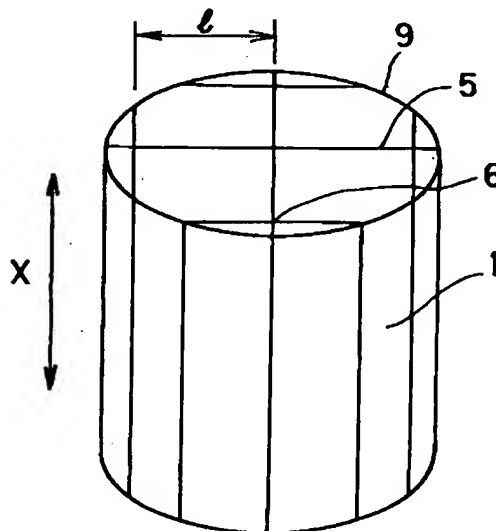
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハニカム構造体

(57) 【要約】

【課題】 使用時における熱応力によるクラックが発生しにくい耐久性に優れたハニカム構造体を提供する。

【解決手段】 隔壁により仕切られた軸方向に貫通する多数の流通孔を有するハニカム構造体からなる複数のハニカムセグメント1が、ハニカムセグメント1の軸方向Xと平行な面で接合され一体化されてなるハニカム構造体である。前記ハニカム構造体の前記軸方向Xに対する垂直断面における重心から前記断面上におけるハニカムセグメント1の接合部5までの最短距離(L1)が、前記断面上における重心から前記断面上におけるハニカム構造体の外周9までの最大距離(L2)の1/10以下である断面を有する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 隔壁により仕切られた軸方向に貫通する多数の流通孔を有するハニカム構造からなる複数のハニカムセグメントが、該ハニカムセグメントの軸方向と平行な面で接合され一体化されてなるハニカム構造体であって、

前記ハニカム構造体の前記軸方向に対する垂直断面における重心から前記断面上におけるハニカムセグメントの接合部までの最短距離(L1)が、前記断面上における重心から前記断面上におけるハニカム構造体の外周までの最大距離(L2)の1/10以下である断面を有することを特徴とするハニカム構造体。

【請求項2】 前記最短距離(L1)が、前記最大距離(L2)の1/20以下であることを特徴とする請求項1に記載のハニカム構造体。

【請求項3】 前記ハニカムセグメントの主成分が、コージェライト、ムライト、アルミナ、スピネル、炭化珪素、窒化珪素、リチウムアルミニウムシリケート、チタン酸アルミニウム及びこれらの組み合わせよりなる群から選ばれる少なくとも1種のセラミックス、Fe-Cr-Al系金属、又は金属SiとSiCとからなることを特徴とする請求項1又は2に記載のハニカム構造体。

【請求項4】 前記ハニカムセグメントが、触媒を担持していることを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項に記載のハニカム構造体。

【請求項5】 前記触媒が、Pt、Pd及びRhのうちの少なくとも1種であることを特徴とする請求項4に記載のハニカム構造体。

【請求項6】 前記ハニカムセグメントの前記流通孔の断面形状が、三角形、四角形及び六角形のうちのいずれかであることを特徴とする請求項1ないし5のいずれか1項に記載のハニカム構造体。

【請求項7】 前記個々のハニカムセグメントが、前記流通孔の前記隔壁が溢過能を有し、所定の流通孔については一方の端部を封じ、残余の流通孔については他方の端部を封じてなる構造を有することを特徴とする請求項1ないし6のいずれか1項に記載のハニカム構造体。

【請求項8】 含塵流体中に含まれる粒子状物質を捕集除去するフィルターとして用いられることを特徴とする請求項7に記載のハニカム構造体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、内燃機関等の熱機関又はボイラー等の燃焼装置の排気ガス浄化装置や、液体燃料又は気体燃料の改質装置等に用いられるハニカム構造体に関し、特に使用時にクラックが発生しにくく耐久性に優れたハニカム構造体に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、内燃機関等の熱機関又はボイラー等の燃焼装置の排気ガス浄化装置や、液体燃料又は気

体燃料の改質装置等に、ハニカム構造体を用いられている。また、ディーゼルエンジンから排出される排気ガスのような含塵流体中に含まれる粒子状物質を捕集除去するために、ハニカム構造体を用いることが知られている。

【0003】 このような目的で使用されるハニカム構造体は、排気ガスの急激な温度変化や局所的な発熱にさらされて内部に不均一な温度分布が生じやすく、それが原因でクラックが発生する等の問題があった。特にディーゼルエンジンの排気中の粒子状物質を捕集するフィルターとして用いられる場合には、溜まったカーボン微粒子を燃焼させて除去し再生することが必要であり、この際に局所的な高温化が避けられないため、大きな熱応力が発生し易く、クラックが発生し易かった。

【0004】 また、使用目的によりハニカム構造体が大型化し、そのため図12に示されるように複数のハニカムセグメント1を接合することにより、ハニカム構造体を作成することが知られている。この場合も、発生する熱応力を低減させる工夫が必要である。

【0005】 熱応力を低減する方策として、従来、たとえば、米国特許第4335783号公報には、多数のハニカム体を不連続な接合剤で接合するハニカム構造体の製造方法が開示されている。

【0006】 また、特公昭61-51240号公報には、セラミック材料よりなるハニカム構造のマトリックスセグメントを押出成形し、焼成後その外周部を加工して平滑にした後、その接合部に焼成後の鉱物組成がマトリックスセグメントと実質的に同じで、かつ熱膨脹率の差が800℃において0.1%以下となるセラミック接合剤を塗布し、焼成する耐熱衝撃性回転蓄熱式が提案されている。

【0007】 また、1986年のSAE論文860008には、コージェライトのハニカムセグメントを同じくコージェライトセメントで接合したセラミックハニカム構造体が開示されている。

【0008】 さらに特開平8-28246号公報には、ハニカムセラミック部材を少なくとも三次元的に交錯する無機繊維、無機バインダー、有機バインダー及び無機粒子からなる弾性質シール材で接着したセラミックハニカム構造体が開示されている。

## 【0009】

【発明が解決しようとする課題】 本発明の目的は、使用時における熱応力によるクラックが発生しにくい耐久性に優れたハニカム構造体を提供することにある。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】 本発明は、上記従来技術とはまったく異なった方向からの検討により見出されたものであり、接合部がハニカム構造体の軸方向に対する垂直断面上における重心の近傍を通るようにハニカム構造体を構成することにより使用時の熱応力を低減さ

せ、クラックを発生しにくくすることを見出したことに  
基づくものである。即ち、本発明は、隔壁により仕切ら  
れた軸方向に貫通する多数の流通孔を有するハニカム構  
造からなる複数のハニカムセグメントが、該ハニカムセ  
グメントの軸方向と平行な面で接合され一体化されてな  
るハニカム構造体であって、前記ハニカム構造体の前記  
軸方向に対する垂直断面における重心から前記断面上に  
おけるハニカムセグメントの接合部までの最短距離（L  
1）が、前記断面上における重心から前記断面上におけ  
るハニカム構造体の外周までの最大距離（L2）の1/  
10以下である断面を有することを特徴とするハニカム  
構造体を提供するものである。

【0011】 本発明において、「断面上における重  
心」とは、ハニカム構造体の軸方向と垂直な面の図心を  
意味する。又、本発明における「軸方向」とは、流通孔  
と平行方向（図1のX方向）を意味する。以下におて  
「断面」とは、特別な記載がない限りハニカム構造体の  
軸方向に対する垂直断面を意味する。

【0012】

【発明の実施の形態】 以下、図面に従って本発明のハ  
ニカム構造体の実施の形態を説明するが、本発明はこれ  
らの実施態様に限定されるものではない。

【0013】 図1は本発明のハニカム構造体の一形態  
を示したものである。本発明のハニカム構造体は、複数  
のハニカムセグメント1が軸方向（X）と平行な面で接  
合剤により接合され接合部5が形成されている。

【0014】 図2は、図1のハニカム構造体の断面上  
における重心7と接合部5との関係を示している。本発  
明の重要な特徴は、図2に示される様に、断面上におけ  
る重心7と接合部5との最短距離（L1）が断面上にお  
ける重心7と外周9との最長距離（L2）の1/10以  
下、好ましくは1/20以下、さらに好ましくは1/3  
0以下、さらに好ましくは1/40以下であること  
である。最も好ましくは図3に示されるように、L1が  
0、即ち接合部5が重心7を通ることである。このよう  
に、接合部5が断面上の重心7の近傍、最も好ましくは  
重心7上を通ることにより、使用時又は再生時における  
中央部分の熱応力が開放され、ハニカム構造体全体の応  
力レベルが低下し、クラックの発生が抑制される。本発  
明において、接合部5の交点6が断面上における重心近  
傍好ましくは重心上にあるとさらに好ましい。

【0015】 本発明におけるハニカム構造体の断面形  
状は特に限定されることがなく、図6（a）～（e）、図  
7（f）～（i）、図8（j）～（l）、図9（m）～  
（o）、図10及び図11（q）、（r）に示されるよう  
に、円、楕円、レーストラック等、各種の形状及び種  
々の大きさを採り得る。これらの形状においても、図6  
～図11に示されるように接合部が重心の近傍を通ること  
により、使用時における中心軸付近の熱応力が開放され、  
ハニカム構造体全体の応力レベルが低下し、クラッ

クの発生が抑制される。尚、図7～図9中の寸法は、参  
考のために入れたものであって、本発明のハニカム構造  
体がこれらの寸法に限定されないことは言うまでもない。

【0016】 本発明におけるハニカム構造体に含まれ  
るハニカムセグメントの数は、ハニカム構造体の大きさ  
などにより自由に変えることが出来るが、少なくとも2  
以上であり、好ましくは3以上、さらに好ましくは5以  
上である。

【0017】 本発明のハニカムセグメント1は、図4  
（a）、図4（b）に示される隔壁11により仕切られ  
軸方向（X方向）に貫通する多数の流通孔13を有して  
いる。流通孔13の断面形状（セル形状）は製作上の観  
点から、三角形、四角形、六角形及びコルゲート形状の  
うちのいずれかであることが好ましい。なお、図4  
（a）、図4（b）には、上面の一部にのみ隔壁11と  
流通孔13が示されているが、実際には上面の全体に隔  
壁11と流通孔13が存在する。

【0018】 隔壁により形成されるセルのセル密度、  
即ち断面上における単位面積当たりの流通孔（セル）の  
数は、6～2000セル/平方インチ（0.9～311  
セル/cm<sup>2</sup>）が好ましく、50～400セル/平方イ  
ンチ（7.8～62セル/cm<sup>2</sup>）が更に好ましい。セ  
ル密度が6セル/平方インチ（0.9セル/cm<sup>2</sup>）未  
満になると、ハニカムセグメントとしての強度及び有効  
GSA（幾何学的表面積）が不足し、2000セル/平  
方インチ（311セル/cm<sup>2</sup>）を超えると、ガスが流  
れる場合の圧力損失が大きくなる。

【0019】 ハニカムセグメント1の隔壁11の厚さ  
は、50～2000μmが好ましい。隔壁の厚さが50  
μm未満になると、ハニカムセグメントとしての強度が  
不足し、2000μmを超えると、ハニカムセグメント  
の有効GSAが低下するとともに、ガスが流れる場合の  
圧力損失が大きくなる。

【0020】 ハニカムセグメントの断面形状に特に制  
限はないが、四角形状を基本形状として、最外部のハニ  
カムセグメントの形状をハニカム構造体の形状に合わせ  
ることが好ましい。また、図4（a）に示されるよう  
に、各ハニカムセグメントを扇形状の断面形とすること  
もできる。

【0021】 本発明において、ハニカムセグメントの  
主成分は、強度、耐熱性等の観点から、コーゼライ  
ト、ムライト、アルミナ、スピネル、炭化珪素、窒化珪  
素、リチウムアルミニウムシリケート、チタン酸アルミ  
ニウム及びこれらの組み合わせよりなる群から選ばれる  
少なくとも1種のセラミックス、Fe-Cr-Al系金  
属、又は金属SiとSiCからなることが好ましいが、  
熱伝導率の高い炭化珪素は、放熱しやすいという点で特  
に好ましい。ここで、「主成分」とは、ハニカムセグメ  
ントの80質量%以上を構成することを意味する。

【0022】 本発明において、接合部5は、ハニカムセグメント同士を接合することにより形成されるが、接合部5の厚さは、好ましくは0.5～6.0mm、さらに好ましくは0.5～3.0mm、最も好ましくは0.5～2.0mmである。接合部の厚さが薄すぎると接合する際に強度不足となり、接合部の厚さが厚すぎるとガスが流れたときに圧力損失が大きくなる。

【0023】 接合部を形成する接合剤の主成分は、前述のハニカムセグメントの主成分として好ましい材料の中から選ぶことが出来る。

【0024】 また、本発明においては、ハニカムセグメント及び接合剤が金属SiとSiCからなる場合、ハニカムセグメントのSi/(Si+SiC)で規定されるSi含有量が5～50質量%であることが好ましく、10～40質量%であることがさらに好ましい。5質量%未満ではSi添加の効果がなく、50質量%を超えるとSiCの特徴である耐熱性、高熱伝導性の効果が得られないからである。

【0025】 この場合、接合剤のSi/(Si+SiC)で規定されるSi含有量が、接合されるハニカムセグメントと同等かそれより多く、かつ10～80質量%であることが望ましい。Si含有量がハニカムセグメントに比べて同等未満では接合強度が保てず、80質量%を超えると、高温での耐酸化性が不十分となる。

【0026】 本発明のハニカム構造体を、触媒担体として内燃機関等の熱機関若しくはボイラー等の燃焼装置の排気ガスの浄化、又は液体燃料若しくは気体燃料の改質に用いようとする場合、ハニカム構造体に触媒、例えば触媒能を有する金属を担持させることが好ましい。触媒能を有する金属の代表的なものとしては、Pt、Pd、Rhが挙げられ、これらのうちの少なくとも1種をハニカム構造体に担持させることが好ましい。

【0027】 一方、本発明のハニカム構造体を、ディーゼルエンジン用パティキュレートフィルターのような、含塵流体中に含まれる粒子状物質を捕集除去するためのフィルターに用いようとする場合、個々のハニカムセグメントは、流通孔の隔壁が迂過能を有し、所定の流通孔については一方の端部を封じ、残余の流通孔については他方の端部を封じてなる構造を有するものとするのが好ましい。

【0028】 このようなハニカムセグメントから構成されるハニカム構造体の一端面より含塵流体を通気させると、含塵流体は、当該一端面側の端部が封じられていない流通孔よりハニカム構造体内部に流入し、迂過能を有する多孔質の隔壁を通過して、ハニカム構造体の他端面側が封じられていない他の流通孔に入る。そして、この隔壁を通過する際に含塵流体中の粒子状物質が隔壁に捕捉され、粒子状物質を除去された浄化後の流体がハニカム構造体の他端面より排出される。

【0029】 なお本発明のハニカム構造体をフィルタ

ーとして用いる場合、捕捉された粒子状物質が隔壁上に堆積してくると、目詰まりを起こしてフィルターとしての機能が低下するので、定期的にヒーター等の加熱手段でハニカム構造体を加熱することにより、粒子状物質を燃焼除去し、フィルター機能を再生させるようにする。この再生時の粒子状物質の燃焼を促進するために、ハニカム構造体に前記のような触媒を担持させてもよい。

【0030】 次に本発明のハニカム構造体の製造方法について説明するが、本発明のハニカム構造体の製造方法はこれらに限定されるものではない。ハニカムセグメントの原料粉末として、前述の好適な材料、例えばSiC粉及び金属Si粉の混合粉末を使用し、これにバインダー、例えばメチルセルロース及びヒドロキシプロポキシルメチルセルロースを添加し、さらに界面活性剤及び水を添加し、可塑性の坯土を作製する。この坯土を押出成形により、例えば隔壁の厚さが0.3mm、セル密度が31セル/cm<sup>2</sup>であり組立後が図1の構造となるように各ハニカムセグメントを成形する。

【0031】 これら複数のハニカムセグメントを、例えばマイクロ波及び熱風で乾燥後、図1の接合部5に相当する部分に、例えば坯土と同じ組成の接合剤を塗布し、各ハニカムセグメントを接合することにより、一体に組立てた後、乾燥する。得られた組立後の乾燥体を、例えばN<sub>2</sub>雰囲気中で加熱脱脂し、その後Ar等の不活性雰囲気中で焼成することにより本発明のハニカム構造体を得ることが出来る。

【0032】 本発明において、ハニカムセグメントを接合する方法としては、上述のように所定の接合面に接合剤を直接塗布する方法の他、接合剤で形成した所定の厚みのプレートを使用し、ハニカムセグメントとハニカムセグメントを該プレートと塗布した接合剤により接合しても良く、これは所定の厚みを確保するため好ましい方法である。

【0033】 流通孔のいずれかの端面が封じられたハニカム構造体は、上記の方法でハニカム構造体を製造した後、ハニカムセグメントと同様の原料で端面を互い違いに封じることにより製造することができる。

【0034】 この様にして製造されたハニカム構造体に触媒を担持させる方法は、当業者が通常行う方法でよく、例えば触媒スラリーをウォッシュコートして乾燥、焼成することにより触媒を担持させることが出来る。

【0035】

【実施例】 以下、本発明を実施例に基づいて更に詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【0036】 (実施例1) 原料として、SiC粉75質量%及び金属Si粉25質量%の混合粉末を使用し、これにメチルセルロース及びヒドロキシプロポキシルメチルセルロース、界面活性剤及び水を添加して、可塑性の坯土を作製された。この坯土を押出成形することによ

り隔壁の厚さが0.30mm、セル密度が300セル/平方インチ(46.50セル/cm<sup>2</sup>)、一辺の長さが55mmのハニカムセグメントが成形された。

【0037】 これら複数のハニカムセグメントをマイクロ波及び熱風で乾燥した後、接合剤としてセラミックファイバー、セラミック粉、有機及び無機のバインダーの混合物を用いて接合することにより、図3の断面形状を有し、直径14.4mm×高さ15.3mm、接合部5の厚さが1mmの円柱状ハニカム構造体が組み立てられた後、乾燥され、N<sub>2</sub>雰囲気中約400℃で脱脂され、その後Ar不活性雰囲気中で約1550℃で焼成されてセラミック構造体が得られた。

【0038】 (比較例1) 接合部5の位置が図12に示されるようにされた以外は、実施例1と同様の方法でハニカム構造体が得られた。

【0039】 (再生試験1) 実施例1及び比較例1で得られたハニカム構造体の外周部に把持材としてセラミック製無膨張マットを巻き、SUS409製のキャニング缶体に押し込んでキャニング構造体とした後、ディ\*

\*一ゼル燃料軽油の燃焼により発生させたすすを含む燃焼ガスを、ハニカム構造体の下端面(図1、図12における底面(示されていない))より流入させ、上端面(図1、図12における上面)より流出させることにより、すすをハニカム構造体内に捕集し、次に一旦室温まで放冷した後、ハニカム構造体の下端面より650℃で一定割合の酸素を含む燃焼ガスを流入させることにより、すすを燃焼除去するフィルター再生試験を実施した。

【0040】 捕集すす重量(スート量)を10g/l(リットル)から16g/lまで変えた場合の、フィルター再生試験後のハニカム構造体のクラック発生の有無が目視で確認された。結果が表1に示される。実施例1で得られたハニカム構造体はスート量が14g/lまでクラックが発生しなかったのに対して、比較例1で得られたハニカム構造体は、スート量が12g/lでクラックの発生が見られた。

【0041】

【表1】

	L1	L2	L1/L2	クラックの有無			
				スート量			
				10g/l	12g/l	14g/l	16g/l
実施例1	0	72	0	無し	無し	無し	有り
比較例1	27.5	72	1/2.6	無し	有り	—	—

【0042】 (実施例2~6)、(再生試験2) 断面上の重心と接合部を若干ずらし、最短距離L1を各々1.80、3.60、7.20、10.8、14.4mmとした以外は実施例1と同様の方法でハニカム構造※

※体が作成され、再生試験1と同様の方法でテストされた。結果が表2に示される。

【0043】

【表2】

	L1	L2	L1/L2	クラックの有無			
				スート量			
				10g/l	12g/l	14g/l	16g/l
実施例2	1.8	72	1/40	無し	無し	無し	有り
実施例3	3.6	72	1/20	無し	無し	無し	有り
実施例4	7.2	72	1/10	無し	無し	無し	有り
実施例5	10.8	72	1/6.7	無し	無し	有り	
実施例6	14.4	72	1/5	無し	無し	有り	

【0044】 表2からわかるように、L1/L2が1/10以下になるとクラックの発生しないスート量(限界スート量)が増大した。

【0045】 熱応力のシミュレーション 図13~図16に示される4つの有限要素モデルを作成し、再生試験時の温度分布を数値解析により与えたときの熱応力を計算した結果が図17に示された。温度分布の数値解析は、14g/lのスス量が担体内に均一に付着した状態で650℃のガスを流した場合の計算をおこなった。また、有限要素解析における材料物性値は、実★50

★実施例1のサンプルの実測値を用いた。

【0046】 モデル1(図13)及びモデル3(図15)はハニカムセグメントの断面中央部に重心が位置するモデルであり、L1/L2は各々1/3.1、1/4.1である。モデル2(図14)及びモデル4(図16)は接合部が重心を通る、即ちL1が0のモデルである。シミュレーションの結果を示す図17より、本発明の構造体(モデル2及び4)の熱応力は、それ以外の構造体(モデル1及び3)の熱応力よりも低いことが分かる。

【0047】

【発明の効果】 以上説明したように、本発明のハニカム構造体によれば、使用時、特に局部的な熱の発生しやすい再生時における熱応力を低下させることが出来、その結果クラックの発生を防止することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係るハニカム構造体の一形態を示す斜視図である。

【図2】 図1のハニカム構造体の断面を示す斜視図である。

【図3】 実施例1で作成されたハニカム構造体の断面図である。

【図4】 (a)、(b)は各々本発明に係るハニカム構造体の他の実施形態を示す斜視図である。

【図5】 本発明に係るハニカム構造体の更に別の実施態様を示す斜視図である。

【図6】 (a)～(e)は各々本発明に係るハニカム構造体の断面形状の例を示す断面図である。

【図7】 (f)～(i)は各々本発明に係るハニカム構造体の断面形状の例を示す断面図である。

【図8】 (j)～(l)は各々本発明に係るハニカム構造体の断面形状の例を示す断面図である。

【図9】 (m)～(o)は各々本発明に係るハニカム

構造体の断面形状の例を示す断面図である。

【図10】 本発明に係るハニカム構造体の断面形状の一例を示す断面図である。

【図11】 (q)、(r)は各々本発明に係るハニカム構造体の断面形状の例を示す断面図である。

【図12】 比較例1で作成された、従来のハニカム構造体を示す斜視図である。

【図13】 有限要素法により再生試験時の熱応力を計算したときのモデル1のハニカム構造体を示し、(a)は斜視図、(b)は端面を示す平面図である。

【図14】 有限要素法により再生試験時の熱応力を計算したときのモデル2のハニカム構造体を示し、(a)は斜視図、(b)は端面を示す平面図である。

【図15】 有限要素法により再生試験時の熱応力を計算したときのモデル3のハニカム構造体を示し、(a)は斜視図、(b)は端面を示す平面図である。

【図16】 有限要素法により再生試験時の熱応力を計算したときのモデル4のハニカム構造体を示し、(a)は斜視図、(b)は端面を示す平面図である。

【図17】 再生試験時の熱応力の計算結果を示すグラフである。

【符号の説明】

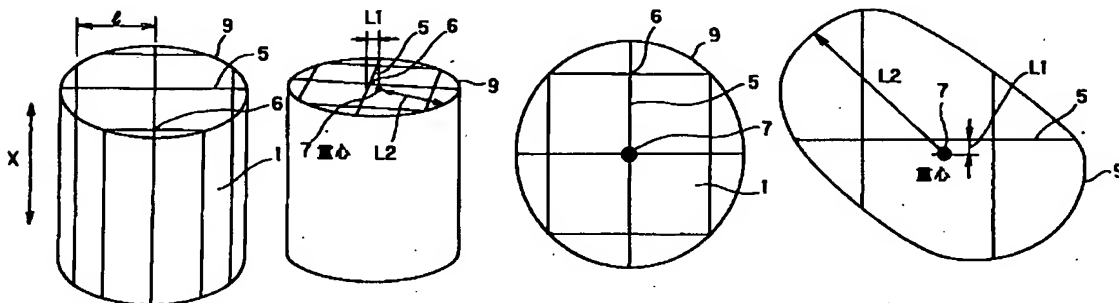
1…ハニカムセグメント、5…接合部、6…接合部の交点、7…重心、9…外周、11…隔壁、13…流通孔。

【図1】

【図2】

【図3】

【図10】

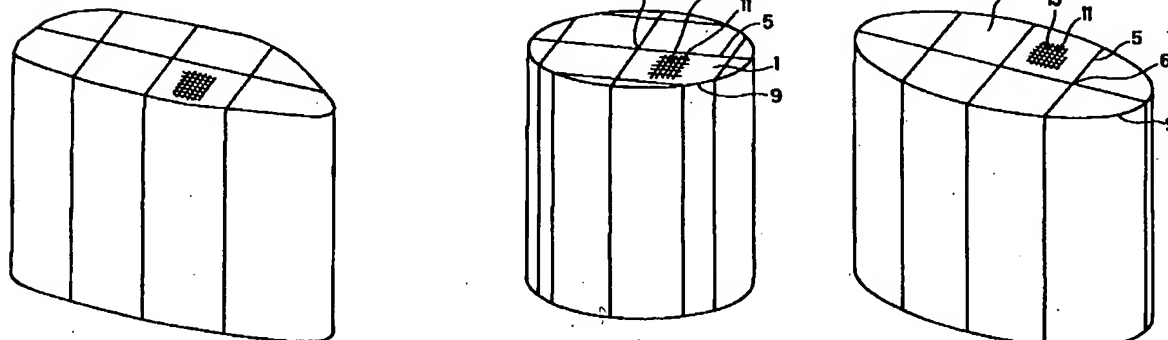


【図4】

【図5】

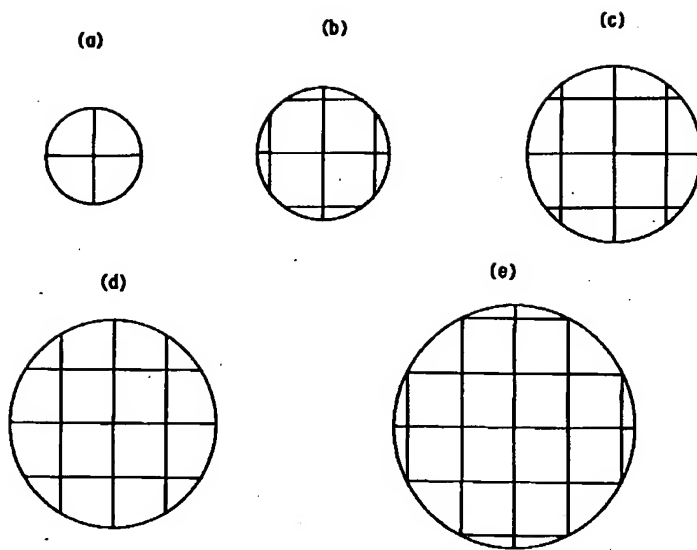
(a)

(b)

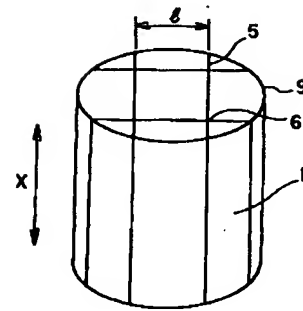




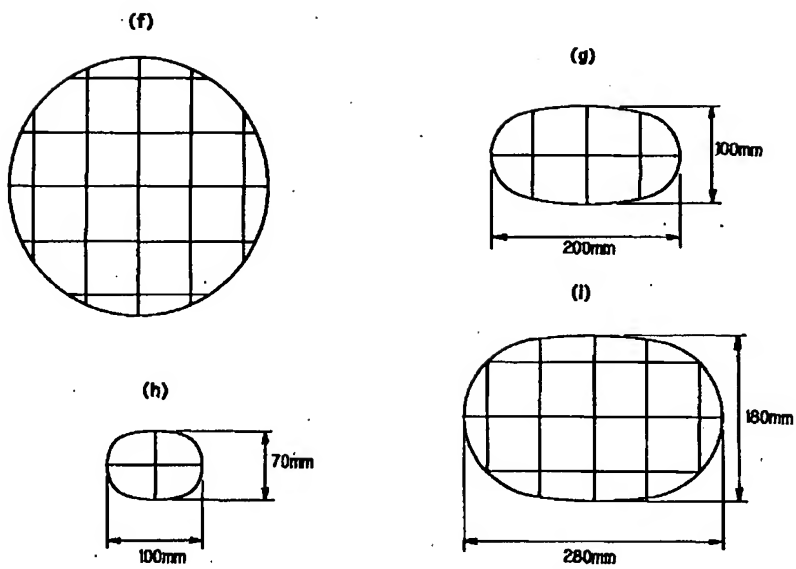
【図6】



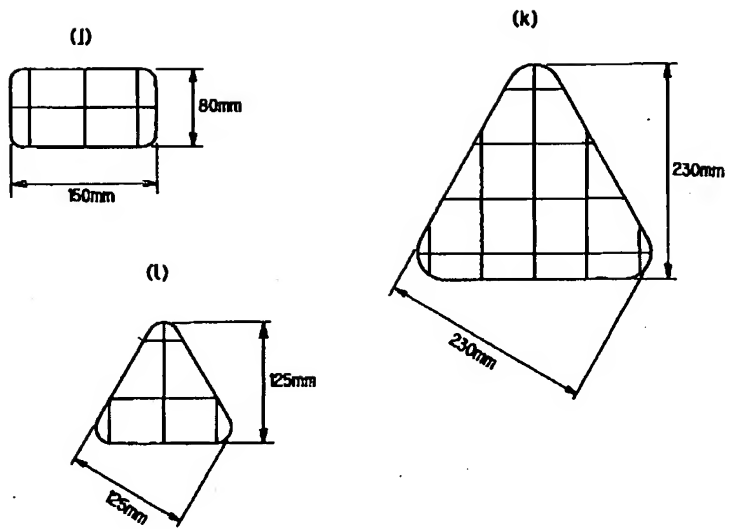
【図12】



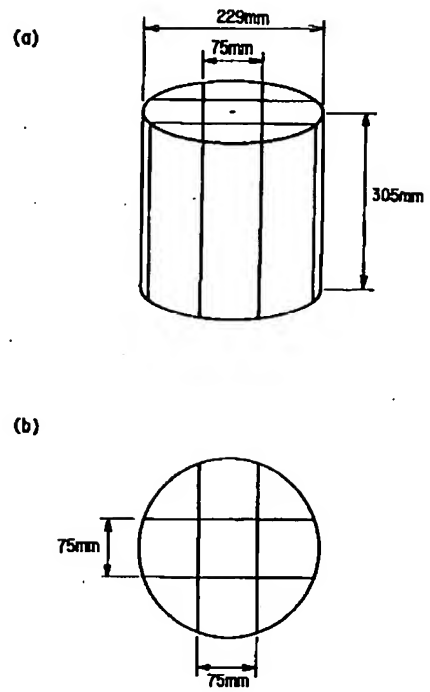
【図7】



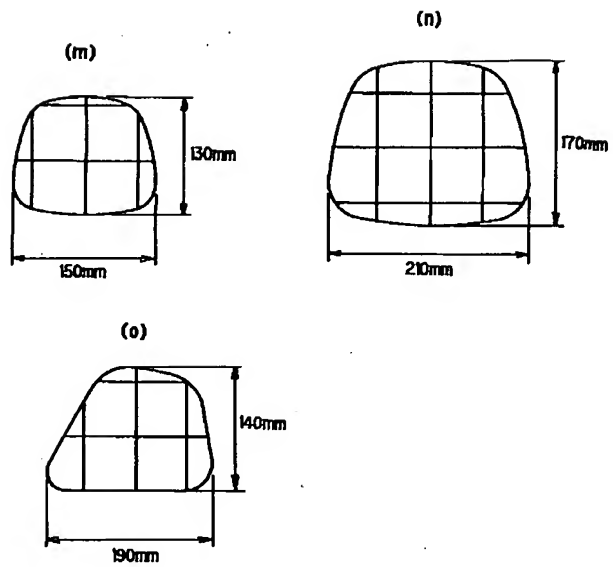
【図8】



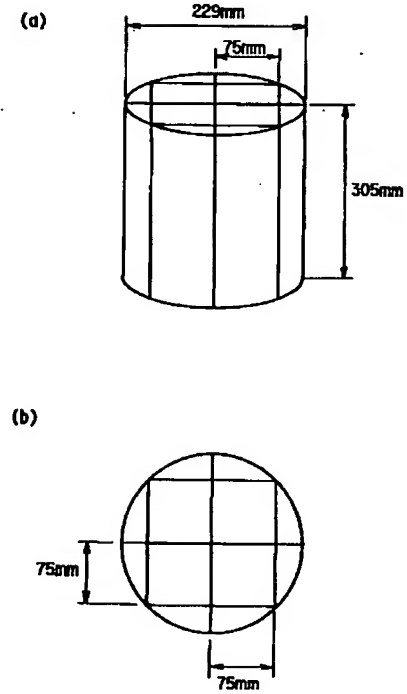
【図13】



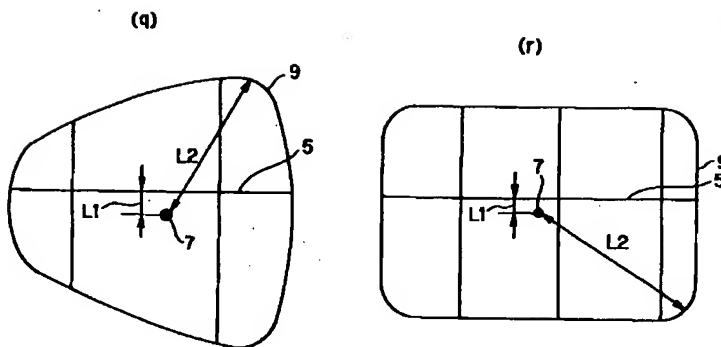
【図9】



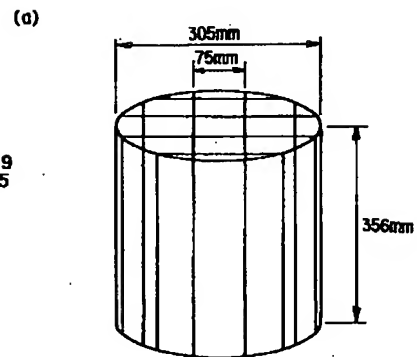
【図14】



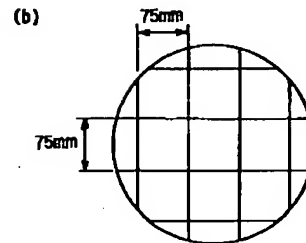
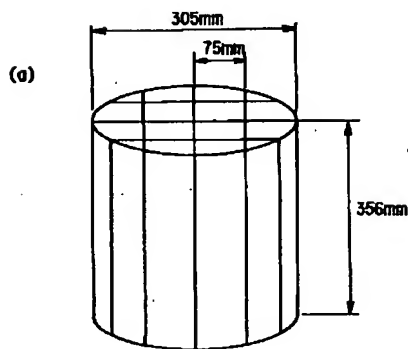
【図11】



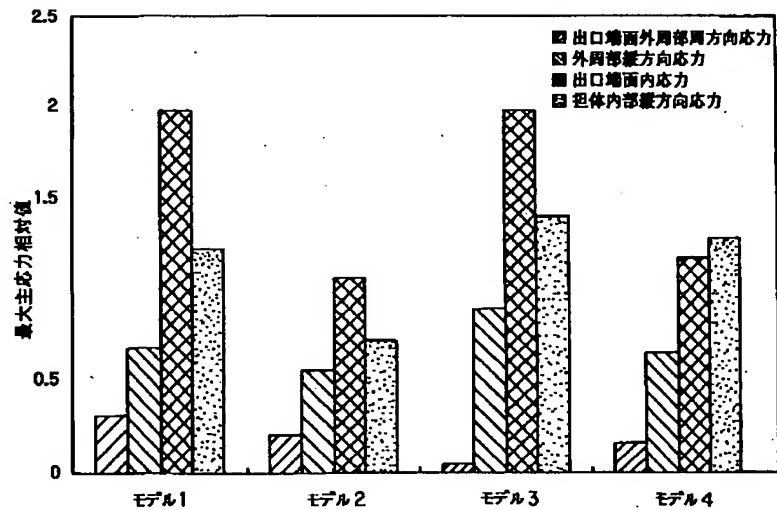
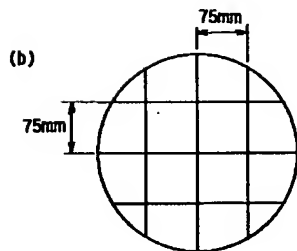
【図15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>7</sup>

B01J 35/04

識別記号

301

FI

B01J 35/04

テーマコード(参考)

301E 4G069

301P

B28B 3/26  
F01N 3/02 301  
3/28 301

B28B 3/26 A  
F01N 3/02 301B  
3/28 301P  
B01D 53/36 C

Fターム(参考) 3G090 AA02 BA01  
3G091 AA02 AB01 AB13 BA10 FA17  
FB03 FC08 GA07 GA09 GA11  
GB13X GB17X HA27  
4D019 AA01 BA05 BB06 BC07 BD10  
CA01 CB06  
4D048 AA14 BA03Y BA06X BA06Y  
BA07Y BA10Y BA12Y BA14Y  
BA39Y BA42Y BA45X BB02  
BB12 BB14 BB18  
4G054 AA05 AB09 BD19 BD20  
4G069 AA01 AA03 BA01A BA13A  
BA15A BA18 BB01A BB01B  
BB02A BB06A BB11A BB15A  
BB15B BC16A BC50A BC71A  
BC72A BC75A BD05A BD05B  
CA02 CA03 EA18 EA19 EA26  
EA27 EB10 EB12Y EB14Y  
EB15Y ED03 ED06 EE07  
EE08

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the honeycomb structure object which was [ that it is hard to generate a crack especially at the time of use ] excellent in endurance about the honeycomb structure object used for the exhaust gas purge of burners, such as heat engines, such as an internal combustion engine, or a boiler, the reformer of liquid fuel or gaseous fuel, etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, the honeycomb structure object is used for the exhaust gas purge of burners, such as heat engines, such as an internal combustion engine, or a boiler, the reformer of liquid fuel or gaseous fuel, etc. Moreover, in order to carry out uptake removal of the particulate matter contained in dust-containing fluid like the exhaust gas discharged from a diesel power plant, using a honeycomb structure object is known.

[0003] It was exposed to a temperature change with rapid exhaust gas, or local generation of heat, and was easy to produce uneven temperature distribution inside, and the honeycomb structure object used for such the purpose had the problem of a crack occurring owing to it. When used as a filter which carries out uptake of the particulate matter under exhaust air of a diesel power plant especially, to remove and reproduce was required, and since local elevated-temperature-ization was not avoided in this case, it is easy to generate big thermal stress, and was easy to burn the collected carbon particle and to generate a crack.

[0004] Moreover, creating a honeycomb structure object is known by joining two or more honeycomb segments 1, as a honeycomb structure object is enlarged by the purpose of use, therefore it is shown in drawing 12 . The device which reduces the thermal stress generated also in this case is required.

[0005] As a policy which reduces thermal stress, the manufacture approach of the honeycomb structure object which joins much honeycomb objects to the conventional, for example, U.S. Pat. No. 4335783, official report with discontinuous cement is indicated.

[0006] Moreover, after carrying out extrusion molding of the matrix segment of the honeycomb structure which consists of a ceramic ingredient to JP,61-51240,B, processing the periphery section after baking and making it smooth, it is substantially [ as a matrix segment ] the same, and the thermal-shock-resistance rotation accumulation type at which the difference of an thermal expansion coefficient applies and calcinates [ the mineral composition after calcinating to the joint ] the ceramic cement which becomes with 0.1% or less in 800 degrees C is propose.

[0007] Moreover, the ceramic honeycomb structure object which similarly joined the honeycomb segment of cordierite to the SAE paper 860008 in 1986 into cordierite cement is indicated.

[0008] The ceramic honeycomb structure object which furthermore pasted up the honeycomb ceramic member on JP,8-28246,A by the nature sealant of elasticity which consists of the inorganic fiber which is each other interwoven with in three dimensions at least, an inorganic binder, an organic binder, and an inorganic particle is indicated.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The purpose of this invention is to offer the honeycomb structure object excellent in the endurance which the crack by the thermal stress at the time of use cannot generate easily.

[0010]

[Means for Solving the Problem] This invention is found out by the examination from a completely different direction from the above-mentioned conventional technique, it reduces the thermal stress at the time of use by constituting a honeycomb structure object so that a joint may pass near the center of gravity on the vertical section to the shaft orientations of a honeycomb structure object, and it is based on having found out making a crack hard to generate. Namely, two or more honeycomb segments which consist of honeycomb structure which has the circulation hole of a large number penetrated to the shaft orientations divided by the septum this invention It is the honeycomb structure object which is joined in respect of being parallel to the shaft orientations of this honeycomb segment, and it comes to unify. The minimum distance (L1) from the center of gravity in the vertical section to said shaft orientations of said honeycomb structure object to the joint of the honeycomb segment on said cross section The honeycomb structure object characterized by having the cross section which is  $1/10$  or less [ of the maximum distance (L2) from the center of gravity on said cross section to the periphery of the honeycomb structure object on said cross section ] is offered.

[0011] In this invention, the center of figure of a field perpendicular to the shaft orientations of a honeycomb structure object is meant as "the center of gravity on a cross section." Moreover, the "shaft orientations" in this invention means a circulation hole and a parallel direction (the direction of X of drawing 1 ). As long as there is no publication with special \*\* "a cross section" in below, the vertical section to the shaft orientations of a honeycomb structure object is meant.

[0012]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, although the gestalt of operation of the honeycomb structure object of this invention is explained according to a drawing, this invention is not limited to these embodiments.

[0013] Drawing 1 shows one gestalt of the honeycomb structure object of this invention. It is joined with cement in respect of two or more honeycomb segments 1 of the honeycomb structure object of this invention being parallel to shaft orientations (X), and the joint 5 is formed.

[0014] Drawing 2 shows the relation of the center of gravity 7 and joint 5 on the cross section of the honeycomb structure object of drawing 1 . The important description of this invention is that the longest distance (L2) of the center of gravity 7 and periphery 9 on a cross section is [  $1/10$  or less ] desirable, and the minimum distance (L1) of the center of gravity 7 on a cross section like shown in drawing 2 and a joint 5 is  $1/40$  or less further more preferably  $1/30$  or less still more preferably  $1/20$  or less. As most preferably shown in drawing 3 , it is that L1 passes along 0 and a joint 5 passes along a center of gravity 7. Thus, by passing along a center-of-gravity 7 top most preferably near the center of gravity 7 on a cross section, the thermal stress of the central-in joint 5 part at the time of use or playback is opened wide, the stress level of the whole honeycomb structure object falls, and generating of a crack is controlled. the near center of gravity [ set to this invention and / intersection / 6 / of a joint 5 ] on a cross section -- it is still more desirable when it is on a center of gravity preferably.

[0015] Without being limited, especially the cross-section configuration of the honeycomb structure object in this invention can take various kinds of configuration and various magnitude, such as a circle, an ellipse, and a ball-race truck, as shown in drawing 6 (a) - (e), drawing 7 (f) - (i) drawing 8 (j) - (l) and drawing 9 (m) - (o), drawing 10 and drawing 11 (q), and (r). Also in these configurations, as shown in drawing 6 - drawing 11 , when a joint passes near the center of gravity, the thermal stress near the medial axis at the time of use is opened wide, the stress level of the whole honeycomb structure object falls, and generating of a crack is controlled. In addition, it cannot be overemphasized that the dimension in drawing 7 - drawing 9 is put in for reference, and the honeycomb structure object of this invention is not limited to these dimensions.

[0016] Although the number of the honeycomb segments contained in the honeycomb structure object in this invention is freely changeable with the magnitude of a honeycomb structure object etc., it is at least

two or more, and is five or more still more preferably three or more preferably.

[0017] The honeycomb segment 1 of this invention has the circulation hole 13 of a large number which it is divided by the septum 11 shown in drawing 4 (a) and drawing 4 (b), and are penetrated to shaft orientations (the direction of X). As for the cross-section configuration (cel configuration) of the circulation hole 13, it is desirable that it is either of the viewpoint on manufacture to triangles, squares, hexagons, and corrugated configurations. In addition, although the septum 11 and the circulation hole 13 are shown in on top [ a part of ] at drawing 4 (a) and drawing 4 (b), a septum 11 and the circulation hole 13 exist in the whole top face in fact.

[0018] The number of the cel consistencies of the cel formed by the septum, i.e., the circulation hole per unit area on a cross section, (cel) has desirable 6-2000 cel / square inch (0.9 - 311 cel / cm<sup>2</sup>), and its 50-400 cel / square inch (7.8 - 62 cel / cm<sup>2</sup>) are still more desirable. a cel consistency -- 6 cels / square -- if it becomes under an inch (0.9 cels / cm<sup>2</sup>) -- the reinforcement as a honeycomb segment -- and effective - - if GSA (geometric surface area) runs short and 2000 cel / square inch (311 cels / cm<sup>2</sup>) is exceeded, pressure loss in case gas flows will become large.

[0019] The thickness of the septum 11 of the honeycomb segment 1 has desirable 50-2000 micrometers. a honeycomb segment is effective when the reinforcement as a honeycomb segment runs short if the thickness of a septum is set to less than 50 micrometers, and it exceeds 2000 micrometers -- while GSA falls, pressure loss in case gas flows becomes large.

[0020] Although there is especially no limit in the cross-section configuration of a honeycomb segment, it is desirable to double the configuration of the outermost honeycomb segment with the configuration of a honeycomb structure object by making the shape of a square into the shape of a basic form. Moreover, as shown in drawing 4 (a), each honeycomb segment can also be made into a sector-like cross-section form.

[0021] In this invention, although it is desirable to consist of at least one sort of ceramics chosen from the group which becomes from viewpoints, such as reinforcement and thermal resistance, from cordierite, a mullite, an alumina, a spinel, silicon carbide, silicon nitride, lithium aluminium silicate, aluminum titanates, and such combination, a Fe-Cr-aluminum system metal, or metals Si and SiC as for the principal component of a honeycomb segment, the silicon carbide with high thermal conductivity is desirable at especially the point of being easy to radiate heat. Here, a "principal component" means constituting more than 80 mass % of a honeycomb segment.

[0022] In this invention, although a joint 5 is formed by joining honeycomb segments, the thickness of a joint 5 is 0.5-2.0mm most preferably 0.5-3.0mm still more preferably 0.5-6.0mm. If the thickness of a joint is too thin, in case it will join, it becomes insufficient [ reinforcement ], and pressure loss becomes large, when the thickness of a joint was too thick and gas flows.

[0023] The principal component of the cement which forms a joint can be chosen from ingredients desirable as a principal component of the above-mentioned honeycomb segment.

[0024] Moreover, in this invention, when a honeycomb segment and cement consist of metals Si and SiC, it is desirable that Si content specified by Si/(Si+SiC) of a honeycomb segment is five to 50 mass %, and it is still more desirable that it is ten to 40 mass %. It is because effectiveness heat-resistant [ which is the description of SiC ], and high temperature conductive will not be acquired under by 5 mass % if there is no effectiveness of Si addition and 50 mass % is exceeded.

[0025] In this case, Si content specified by Si/(Si+SiC) of cement is equivalent to the honeycomb segment joined, and it is desirable than it that it is ten to 80 mass %. If Si content cannot maintain bonding strength under by the EQC but exceeds 80 mass % compared with a honeycomb segment, the oxidation resistance in an elevated temperature will become inadequate.

[0026] When it is going to use the honeycomb structure object of this invention for reforming of purification of the exhaust gas of burners, such as heat engines, such as an internal combustion engine, or a boiler, liquid fuel, or gaseous fuel as catalyst support, it is desirable to make a honeycomb structure object support the metal which has a catalyst, for example, catalyst ability. It is desirable for Pt, Pd, and Rh to be mentioned and to make a honeycomb structure object support at least one of sorts of these as a metaled typical thing which has catalyst ability.

[0027] On the other hand, when it is going to use the particulate matter contained in the honeycomb structure object of this invention in dust-containing fluid like the particulate filter for diesel power plants for the filter for carrying out uptake removal, as for each honeycomb segment, it is desirable to have the structure which the septum of a circulation hole has filtration ability, stops one edge about a predetermined circulation hole, and comes to stop the other-end section about a residual circulation hole.

[0028] If aeration of the dust-containing fluid is carried out from the end side of the honeycomb structure object which consists of such honeycomb segments, dust-containing fluid will flow into the interior of a honeycomb structure object from the circulation hole by which the edge by the side of the end side concerned is not stopped, will pass the septum of the porosity which has filtration ability, and will go into other circulation holes by which the other end side side of a honeycomb structure object is not stopped. And in case this septum is passed, the particulate matter in dust-containing fluid is caught by the septum, and the fluid after the purification from which particulate matter was removed is discharged from the other end side of a honeycomb structure object.

[0029] In addition, if the caught particulate matter accumulates on a septum when using the honeycomb structure object of this invention as a filter, since blinding will be started and the function as a filter will fall, combustion removal of the particulate matter is carried out, and it is made to reproduce a filter function by heating a honeycomb structure object with heating means, such as a heater, periodically. In order to promote combustion of the particulate matter at the time of this playback, a honeycomb structure object may be made to support the above catalysts.

[0030] Next, although the manufacture approach of the honeycomb structure object of this invention is explained, the manufacture approach of the honeycomb structure object of this invention is not limited to these. As raw material powder of a honeycomb segment, the mixed powder of the above-mentioned suitable ingredient, for example, SiC powder, and metal Si powder is used, a binder, for example, methyl cellulose, and hydroxypropoxyl methyl cellulose are added to this, a surfactant and water are added further, and a reversible plastic matter is produced. Each honeycomb segment is fabricated so that the thickness of a septum may be 0.3mm, cel consistencies may be 31 cels / cm<sup>2</sup> and the assembly back may serve as structure of drawing 1 by extrusion molding in this plastic matter.

[0031] It dries, after assembling to one by applying the cement of the same presentation as a plastic matter to the part which is equivalent to the joint 5 of drawing 1 after desiccation in the honeycomb segment of these plurality at microwave and hot blast, and joining each honeycomb segment to it. The honeycomb structure object of this invention can be acquired by carrying out heating cleaning for example, in N<sub>2</sub> ambient atmosphere, being in inert atmospheres, such as Ar, after that, and calcinating the desiccation object after the acquired assembly.

[0032] In this invention, in order that the plate of the predetermined thickness which formed cement in the predetermined plane of composition with cement besides the approach of applying directly as mentioned above as an approach of joining a honeycomb segment may be used, a honeycomb segment and a honeycomb segment may be joined with this plate and the cement which applied and this may secure predetermined thickness, it is a desirable approach.

[0033] The honeycomb structure object by which one end face of the circulation holes was stopped can be manufactured by the same raw material as a honeycomb segment stopping an end face alternately, after manufacturing a honeycomb structure object by the above-mentioned approach.

[0034] Thus, the approach which this contractor usually performs is sufficient as the method of making the manufactured honeycomb structure object support a catalyst, for example, it can carry out the wash coat of the catalyst slurry, and can make a catalyst support by drying and calcinating.

[0035]

[Example] Hereafter, although this invention is further explained to a detail based on an example, this invention is not limited to these examples.

[0036] (Example 1) As a raw material, the mixed powder of SiC powder 75 mass % and metal Si powder 25 mass % was used, methyl cellulose and hydroxypropoxyl methyl cellulose, a surfactant, and water were added to this, and the reversible plastic matter was produced. The honeycomb segment



whose die length whose cel consistencies the thickness of a septum is 0.30mm and are 300 cels / square inch (46.50 cels / cm<sup>2</sup>), and one side is 55mm was fabricated by carrying out extrusion molding of this plastic matter.

[0037] After drying the honeycomb segment of these plurality by microwave and hot blast, by joining using the mixture of ceramic fiber, ceramic powder, and an organic and inorganic binder as cement After having the cross-section configuration of drawing 3 and assembling the cylindrical honeycomb structure object diameter [ of 144mm ] x height of 153mm and whose thickness of a joint 5 are 1mm, it dried and degreased at about 400 degrees C among N<sub>2</sub> ambient atmosphere, and it was calcinated at about 1550 degrees C in Ar inert atmosphere after that, and the ceramic structure was obtained.

[0038] (Example 1 of a comparison) Except that it was made to be shown in the location of a joint 5 at drawing 12 , the honeycomb structure object was acquired by the same approach as an example 1.

[0039] The mat non-expanded made from a ceramic is wound around the periphery section of the honeycomb structure object acquired in the example 1 and the example 1 of a comparison as grasping material. (Playback trial 1) After pushing into the can for cannings made from SUS409 and considering as the canning structure, The combustion gas containing the soot generated by combustion of diesel fuel gas oil By making it flow from the lower limit side (base in drawing 1 and drawing 12 (not shown)) of a honeycomb structure object, and making it flow out from an upper limit side (top face in drawing 1 and drawing 12 ) Once having carried out uptake of the soot to the honeycomb structure inside of the body and then cooling radiationally to a room temperature, the filter playback trial which carries out combustion removal of the soot was carried out by making the combustion gas which contains the oxygen of a fixed rate at 650 degrees C from the lower limit side of a honeycomb structure object flow.

[0040] The existence of the crack initiation of the honeycomb structure object after a filter playback trial at the time of changing uptake soot weight (the amount of soots) from 10 g/l (liter) to 16 g/l was checked visually. A result is shown in Table 1. As for the honeycomb structure object with which, as for the honeycomb structure object acquired in the example 1, the amount of soots was obtained in the example 1 of a comparison to a crack having not occurred to 14 g/l, generating of a crack was seen for the amount of soots by 12 g/l.

[0041]

[Table 1]

	L1	L2	L1/L2	クラックの有無			
				スート量			
	(mm)	(mm)		10g/l	12g/l	14g/l	16g/l
実施例1	0	72	0	無し	無し	無し	有り
比較例1	27.5	72	1/2.6	無し	有り	—	—

[0042] (Examples 2-6) (playback trial 2),

The center of gravity and joint on a cross section were shifted a little, and except having set the minimum distance L1 to 1.80, 3.60, 7.20, and 10.8 or 14.4mm respectively, the honeycomb structure object was created by the same approach as an example 1, and it was tested by the same approach as the playback trial 1. A result is shown in Table 2.

[0043]

[Table 2]

	L1	L2	L1/L2	クラックの有無			
				スート量			
	(mm)	(mm)		10g/l	12g/l	14g/l	16g/l
実施例2	1.8	72	1/40	無し	無し	無し	有り
実施例3	3.6	72	1/20	無し	無し	無し	有り
実施例4	7.2	72	1/10	無し	無し	無し	有り
実施例5	10.8	72	1/6.7	無し	無し	有り	
実施例6	14.4	72	1/5	無し	無し	有り	

[0044] As shown in Table 2, when L1/L2 became 1/10 or less, the amount of soots (the amount of marginal soots) which a crack does not generate increased.

[0045] Four finite element models shown in simulation drawing 13 of thermal stress - drawing 16 were created, and the result of having calculated the thermal stress when giving the temperature distribution at the time of a playback trial by numerical analysis was shown in drawing 17. The numerical analysis of temperature distribution performed count at the time of passing 650-degree C gas, after the amount of soot of 14 g/l had adhered to homogeneity in support. Moreover, the actual measurement of the sample of an example 1 was used for the ingredient physical-properties value in finite element analysis.

[0046] A model 1 ( drawing 13 ) and a model 3 ( drawing 15 ) are models with which a center of gravity is located in the cross-section center section of the honeycomb segment, and L1/L2 are 1/3.1 and 1/4.1 respectively. As for a model 2 ( drawing 14 ) and a model 4 ( drawing 16 ), a joint passes along a center of gravity, namely, L1 is the model of 0. Drawing 17 which shows the result of simulation shows that the thermal stress of the structure (models 2 and 4) of this invention is lower than the thermal stress of the other structure (models 1 and 3).

[0047]

[Effect of the Invention] As explained above, according to the honeycomb structure object of this invention, at the time of use, the thermal stress at the time of the playback which local heat tends [ especially ] to generate can be reduced, and the effectiveness that generating of a crack can be prevented as a result is done so.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] Two or more honeycomb segments which consist of honeycomb structure which has the circulation hole of a large number penetrated to the shaft orientations divided by the septum. It is the honeycomb structure object which is joined in respect of being parallel to the shaft orientations of this honeycomb segment, and it comes to unify. The minimum distance (L1) from the center of gravity in the vertical section to said shaft orientations of said honeycomb structure object to the joint of the honeycomb segment on said cross section. The honeycomb structure object characterized by having the cross section which is 1/10 or less [ of the maximum distance (L2) from the center of gravity on said cross section to the periphery of the honeycomb structure object on said cross section ].

[Claim 2] The honeycomb structure object according to claim 1 with which said minimum distance (L1) is characterized by being 1/20 or less [ of said maximum distance (L2) ].

[Claim 3] The honeycomb structure object according to claim 1 or 2 characterized by the principal component of said honeycomb segment consisting of at least one sort of ceramics chosen from the group which consists of cordierite, a mullite, an alumina, a spinel, silicon carbide, silicon nitride, lithium aluminium silicate, aluminum titanates, and such combination, a Fe-Cr-aluminum system metal, or metals Si and SiC.

[Claim 4] A honeycomb structure object given in claim 1 to which said honeycomb segment is characterized by supporting the catalyst thru/or any 1 term of 3.

[Claim 5] The honeycomb structure object according to claim 4 with which said catalyst is characterized by being at least one sort in Pt, Pd, and Rh.

[Claim 6] A honeycomb structure object given in claim 1 to which the cross-section configuration of said circulation hole of said honeycomb segment is characterized by being a triangle, a square, or the hexagons thru/or any 1 term of 5.

[Claim 7] It is a honeycomb structure object given in claim 1 to which said each honeycomb segment is characterized by having the structure which said septum of said circulation hole has filtration ability, stops one edge about a predetermined circulation hole, and comes to stop the other-end section about a residual circulation hole thru/or any 1 term of 6.

[Claim 8] The honeycomb structure object according to claim 7 characterized by being used as a filter which carries out uptake removal of the particulate matter contained in dust-containing fluid.

---

[Translation done.]